

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 10 FEB 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 05 985.7

Anmeldetag: 13. Februar 2003

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Prellerfreier Magnetsteller für Einspritzventile

Priorität: 13.12.2002 DE 102 58 442.7

IPC: F 02 M 51/06

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hintermeier

R.303599-1

13. Februar 2003

5 Robert Bosch GmbH

Prellerfreier Magnetsteller für Einspritzventile

10

Technisches Gebiet

Bei Kraftstoffeinspritzventilen werden Aktoren, wie zum Beispiel Piezoaktoren oder Magnetventile eingesetzt. Durch die Ansteuerung der Aktoren wird die Druckentlastung eines Steuerraumes eingeleitet, wodurch ein Einspritzventil öffnet, so dass Kraftstoff in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine eingespritzt werden kann. Magnetventile haben jedoch die Eigenschaft, zum Prellen zu neigen, wodurch das Mengenkennfeld, d. h. die Einspritzmenge in Bezug auf die Ansteuerdauer so verändert werden kann, so dass dieses für Reproduktionen bzw. Ausgleichsfunktionen nur bedingt geeignet ist.

20

Stand der Technik

EP 0 562 046 B1 offenbart eine Betätigungs- und Ventilanordnung mit Bedämpfung für eine elektronisch gesteuerte Einspritzeinheit. Die Betätigungs- und Ventilanordnung für eine hydraulische Einheit weist eine elektrisch erregbare Elektromagnetanordnung mit einem festen Stator und einem bewegten Anker auf. Der Anker umfasst eine erste und eine zweite Oberfläche. Die erste und die zweite Oberfläche des Ankers definieren einen ersten und einen zweiten Hohlraum, wobei die erste Oberfläche des Ankers dem Stator zuweist. Es ist ein Ventil vorgesehen, welches mit dem Anker verbunden ist. Das Ventil ist in der Lage, aus einem Sumpf ein hydraulisches Betätigungsfluid an die Einspritzvorrichtung zu leiten. Ein Dämpfungsfluid kann in Bezug auf einen der Hohlräume der Elektromagnetanordnung dort gesammelt und von dort wieder abgelassen werden. Mittels eines in eine Zentralbohrung hineingragenden Bereiches einer Ventalnadel kann die Strömungsverbindung des Dämpfungsfluides proportional zu dessen Viskosität selektiv freigegeben bzw. verschlossen werden.

DE 101 23 910.6 bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung. Diese wird an einer Verbrennungskraftmaschine eingesetzt. Die Brennräume der Verbrennungskraftmaschine

werden über Kraftstoffinjektoren mit Kraftstoff versorgt. Die Kraftstoffinjektoren ihrerseits sind über eine Hochdruckquelle beaufschlagt; ferner umfasst die Kraftstoffeinspritzeinrichtung einen Druckverstärker, der einen beweglichen Druckverstärkerkolben aufweist. Dieser trennt einen an die Hochdruckquelle anschließbaren Raum von einem mit dem Kraftstoffinjektor verbundenen Hochdruckraum. Der Kraftstoffhochdruck im Hochdruckraum lässt sich durch Befüllen eines Rückraumes einer Druckübersetzungseinrichtung mit Kraftstoff bzw. durch Entleerung dieses Rückraumes des Kraftstoffübersetzers von Kraftstoff variieren.

Bei Magnetventilen gemäß des Standes der Technik wird der Hubweg durch Anschlaghülsen um ein Beispiel zu nennen, begrenzt. Daneben kann bei Magnetventilen, die zwei Sitze aufweisen, der Hub des Magnetventiles durch die zwei Sitze begrenzt werden. Bei solchen Magnetventilen kann es zum Prellen am ersten, oben gelegenen Sitz kommen. Das gleiche gilt für ein stromlos offenstehendes Ventil, welches nur einen Sitz aufweist. Werden Anschlaghülsen im Magnetkern aufgenommen, umgeben diese eine Schließfeder, die auf den Magnetanker einwirkt. Mittels einer Anschlaghülse kann die genaue Einstellung eines Restluftspaltes zwischen Magnetkern und Magnetanker bzw. dessen Ankerplatte erfolgen. Bei einem gewünschten schnellen Öffnen des Magnetventiles, kommt es zum Anschlagen des Ankers an einer Stirnseite der Anschlaghülse, was als Ankerprellen bezeichnet wird. Das Ankerprellen an der Anschlaghülse hat Auswirkungen auf das Mengenkennfeld, d. h. die Einspritzmenge von Kraftstoff, bezogen auf die Ansteuerdauer einer Magnetspule eines Kraftstoffinjektor betätigenden Magnetventils. In einigen Anwendungsfällen sind die Auswirkungen des Ankerprellens auf das Mengenkennfeld erwünscht, wenn beispielsweise ein Voreinspritz-Mengenplateau für eine Voreinspritzphase in den Brennraum gewünscht wird. In Verbindung mit einer Voreinspritzmengenregelung, wie sie für künftig zu erwartende Kraftstoffeinspritzsysteme benötigt wird, ist jedoch ein Mengenkennfeld, was ein Voreinspritzungs-Mengenplateau aufweist, äußerst ungünstig.

Darstellung der Erfindung

Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung wird das das Mengenkennfeld eines Kraftstoffinjektors beeinflussende Ankerprellen durch Erzeugung einer Dämpfungskraft aufbauenden Fläche erheblich reduziert. Standen bei bisher eingesetzten Lösungen lediglich die Stirnfläche einer Anschlaghülse sowie die Stirnfläche eines Magnetkernes als eine Dämpfungskraft erzeugende Fläche zur Verfügung, so kann mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung eine gezielte Erhöhung der Dämpfung erreicht werden.

Die an der dem Magnetanker zuweisenden Seite des Magnetkernes ausgebildete Dämpfungsfläche wird aus nicht-magnetischem Material, wie etwa Kunststoff gefertigt. Kunststoffmaterial hat den Vorteil, dass dieses leicht bearbeitet werden kann. Dieses Material kann am Magnetkern entweder verklebt oder an diesem vergossen sein. Die leichte Bearbeitbarkeit des Kunststoffmaterials bietet ferner den Vorteil, dass durch Ausbildung eines Winkels in Bezug auf die plane Stirnfläche des Magnetankers das Dämpfungsverhalten gezielt eingestellt werden kann. Prinzipiell lassen sich alle diejenigen Materialien zur Fertigung der Dämpfungsfläche verwenden, die keine oder nur geringfügige Auswirkungen auf den Magnetkreis haben.

Die Dämpfungsfläche kann sich an der dem Magnetanker zuweisenden Stirnseite des Magnetkernes sowohl parallel zu dieser als auch in einem Dämpfungseinstellwinkel bezogen auf die Stirnfläche des Magnetankers erstrecken. Durch die Wahl des Dämpfungseinstellwinkels kann das gewünschte Dämpfungsverhalten eingestellt werden. Neben einem sich in radiale Richtung nach außen öffnenden hydraulischen Dämpfungsraum kann dieser sich auch in radiale Richtung gesehen, bezogen auf die Symmetrieachse der Magnetspule und des Magnetkernes, nach außen zunehmend verengen. Ein unerwünschtes, vorzeitiges Abströmen des Dämpfungsfluides (wie zum Beispiel Kraftstoff) aus dem hydraulischen Dämpfungsraum, kann durch Ausbildung eines nasenförmigen Vorsprunges am Außenradius des hydraulischen Dämpfungsraumes erreicht werden. Beim schnellen Öffnen des Magnetankers wirkt der nasenförmige Vorsprung als Drossелеlement und bewirkt bei einer Aufwärtsbewegung des Magnetankers eine Drosselung des Stromes des Betätigungsfluides, wie zum Beispiel Kraftstoff oder Dieseldieselkraftstoff aus dem hydraulischen Dämpfungsraum beim Öffnen des Magnetankers. Durch Wahl eines nicht-magnetischen Werkstoffes werden die magnetischen Eigenschaften des Magnetventiles – insbesondere die Beibehaltung des Restluftspaltes – nicht beeinträchtigt.

30 Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

Es zeigt:

35 Figur 1 ein Magnetventil, dessen Hubweg durch eine Anschlaghülse begrenzt ist,

-4-

Figur 2 ein erfindungsgemäß ausgebildetes Magnetventil mit einem Magnetkern, der eine Dämpfungskraft erzeugende Fläche aufweist,

Figur 3 einen Magnetkern mit außenliegender Anschlaghülse,

Figur 4 Druckverteilungen im hydraulischen Dämpfungsraum bei den Ausführungsvarianten gemäß der Fig. 2 und 3,

Figur 5 die Gegenüberstellung sich gemäß der Ausführungsvarianten nach Fig. 2 und 3 einstellender Dämpfungskräfte und

Figur 6 eine Ausführungsvariante eines Magnetkernes ohne Anschlaghülse.

Ausführungsvarianten

Figur 1 zeigt ein Magnetventil gemäß des Standes der Technik, dessen Hubweg durch eine Anschlaghülse begrenzt wird.

Ein Magnetventil 1, welches zur Betätigung eines Kraftstoffinjektors für selbstzündende Verbrennungskraftmaschinen eingesetzt wird, umfasst einen Magnetkern 2. In den Magnetkern 2 ist eine Magnetspule 3 eingelassen. Der Magnetkern 2 umfasst eine erste Stirnfläche 4 sowie eine Magnetanker 10 zuweisende zweite Stirnfläche 5. Im Magnetkern 2 ist eine Bohrung 6 ausgebildet, in welcher eine Anschlaghülse 7 eingelassen ist. Am unteren Ende der Anschlaghülse 7 ist eine Stirnseite 8 ausgebildet, welche einen Anschlag für eine Stirnseite 12 einer Ankerplatte 11 des Magnetankers 10 bildet. Die Anschlaghülse 7 umgibt eine Schließfeder 9, welche die Stirnseite 12 des Magnetankers 10 in Schließrichtung beaufschlagt. Die Stirnseite 12 des Magnetankers 10 ist an seiner Ankerplatte 11 ausgebildet. In der aus dem Stand der Technik bekannten Ausführungsvariante des Magnetventiles ist der Magnetanker 10 als einteiliger Anker ausgebildet, d.h. Ankerplatte 11 und Ankerbolzen des Magnetankers 10 bilden ein Bauteil. Alternativ kann die Ankerplatte 11 des Magnetankers 10 auch verschieblich am Ankerbolzen ausgebildet sein. In diesem Falle, d.h. bei einem zweiteilig ausgebildeten Magnetanker, ist die Ankerplatte 11 über ein Federelement beaufschlagt, welches den Ankerbolzen umschließt.

Mit Bezugszeichen 13 ist ein Restluftspalt bezeichnet, welcher den Abstand zwischen der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2 und der Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 des Magnetankers 10 kennzeichnet. In der in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante eines Mag-

netventiles 1 mit Anschlaghülse 7 ist die Magnetspule 3 am unteren Bereich des Magnetkerns 2 eingelassen, wobei sich ein ringförmig konfigurierter Freiraum 14 zwischen der Unterseite der Magnetspule und der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2 einstellt. Der ringförmig konfigurierte Freiraum 14 zwischen der Unterseite der Magnetspule 3 und der Stirnfläche 12 der Ankerplatte 11 des Magnetankers 10 übersteigt den Restluftspalt 13; der Abstand zwischen der Magnetspule 3 und der Oberseite 12 der Ankerplatte 11 ist mit Bezugszeichen 15 gekennzeichnet.

Gemäß der in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante eines Magnetventiles wird der Hub des Magnetventiles 1 über die Anschlaghülse 7 begrenzt, d.h. die Stirnseite 8 der Anschlaghülse 7 wirkt als Anschlagfläche für die Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 des Magnetankers 10, wenn das Magnetventil aufgrund einer Erregung der Magnetspule 3 öffnet und nach oben hin - in Richtung auf die Anschlaghülse 7 - auffährt. Über die Relativposition der Anschlaghülse 7 in bezug auf den Magnetkern 2 kann der verbleibende Restluftspalt 13 zwischen der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2 und der Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 genauestens eingestellt werden. Andererseits tritt bei dem erwünschten schnellen Öffnen des Magnetventiles 1 - der Öffnungsbewegung des Magnetankers 10 bei Erregung der Magnetspule 3 - ein Anschlagen (Prellen) der Stirnseite 12 des Magnetankers 10 an der Stirnseite 8 der Anschlaghülse 7 auf. Dieses auch als Ankerprellen bezeichnete Phänomen hat Auswirkungen auf das Mengenkennfeld, d.h. die eingespritzte Kraftstoffmenge aufgetragen über die Ansteuerdauer der Magnetspule 3. Bei der aus dem Stand der Technik bekannten Ausführungsvariante des Magnetventiles gemäß Figur 1 wird bei Öffnen des Magnetventiles 1 ein Fluid - etwa Dieselöl oder eine andere Kraftstoffart - aus dem schmalen Spalt zwischen der Stirnseite 8 der Anschlaghülse 7 und der beim Öffnen des Magnetankers 10 auf die Stirnseite 8 der Anschlaghülse 7 zufahrende Stirnseite 12 herausgepresst. Dadurch entsteht eine die Auffahrbewegung des Magnetankers 10 dämpfende Kraft. Da jedoch die Stirnseite 8 der Anschlaghülse 7 sehr klein ist, reicht die an der Stirnseite 8 durch das herausgepresste Kraftstoffvolumen erzeugte Dämpfungskraft nicht aus, um ein Prellen des Magnetankers 10, d.h. der Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 an der Stirnseite 8 der Anschlaghülse 7 zu vermeiden. Es kommt daher zu einem Anschlag der Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 des Magnetankers 10 an der Stirnseite 8 der Anschlaghülse 7 und einem Zurückprellen. Das Ankerprellen eines Magnetankers 10 hat großen Einfluss auf die Flugzeit des Magnetankers vom Öffnungsbeginn bis zum sich anschließenden Schließen des Magnetventiles. Aufgrund der durch das Ankerprellen beeinflussten Flugzeit des Magnetankers 10 vom Öffnungsbeginn bis zum sich anschließenden Schließen des Magnetankers 10 ist das aus einem Steuerraum des Kraftstoffinjektors abgesteuerte Kraftstoffvolumen Schwankungen unterworfen, was zu Ungenauigkeiten hinsichtlich der Erzeugung einer Hubbewegung - sei es eine Öffnungs-

-6-

sei es Schließbewegung - eines im Kraftstoffinjektor vorgesehenen Einspritzventilgliedes führen kann.

5 Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäß ausgestaltetes Magnetventil mit einem Magnetkern, der eine eine Dämpfungskraft erzeugende Fläche aufweist.

10 Aus der Darstellung gemäß Figur 2 geht ein Magnetkern 2 hervor, der in bezug auf seine Symmetrieachse im Halbschnitt dargestellt ist. Analog zur Darstellung des Magnetkerns 2 gemäß der Darstellung in Figur 1 umfasst der in Figur 2 dargestellte Magnetkern 2 eine erste Stirnfläche 4 sowie eine zweite Stirnfläche 5. In das Innere des Magnetkerns 2 ist die Magnetspule 3 eingelassen. Am Magnetkern 2 ist darüber hinaus die Bohrung 6 ausgebildet, in welcher die Anschlaghülse 7 aufgenommen ist. Der Durchmesser der Bohrung 6 des Magnetkerns 2 ist mit einem Außendurchmesser 28 der Anschlaghülse 7 identisch. Die Anschlaghülse 7 ihrerseits umfasst eine Schließfeder 9, von der hier lediglich eine Windung im Schnitt dargestellt ist, welche einen in Figur 2 lediglich teilweise dargestellten Magnetanker 10 in Schließrichtung beaufschlagt.

20 Von Magnetanker 10 gemäß der Darstellung in Figur 1 ist in der Darstellung gemäß Figur 2 lediglich die Ankerplatte 11 dargestellt, deren Stirnseite mit Bezugszeichen 12 gekennzeichnet ist. Zwischen der Stirnseite 8 der Anschlaghülse 7 und der Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 des Magnetankers 10 bildet sich beim Öffnen des Magnetankers 10 ein Austrittsspalt 18 für Kraftstoff. Gemäß der Erfindung mündet der ringförmig zwischen der Stirnseite 8 der Anschlaghülse 7 und der Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 des Magnetankers 10 verlaufende Austrittsspalt 18 in einen sich in radiale Richtung erstreckenden hydraulischen Dämpfungsraum 31.

30 Der hydraulische Dämpfungsraum 31 ist auf Seiten des Magnetankers 2 an dessen zweiter Stirnfläche 5 durch eine Dämpfungsfläche 20 begrenzt, die sich ausgehend vom Außendurchmesser 28 der Anschlaghülse 7 bis zum Umfang 27 des Magnetkerns 2 erstreckt. Ferner wird der hydraulische Dämpfungsraum 31 durch die Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 des Magnetankers 10 begrenzt. Die magnetankerseitige Dämpfungsfläche 20 besteht aus einem nicht-magnetischen Werkstoff 16 wie z.B. Kunststoffmaterial, um die magnetischen Eigenschaften des Magnetventiles 1 nicht zu beeinträchtigen. Durch die Geometrie der Dämpfungsfläche 20, welche eine der Öffnungsbewegungen der Ankerplatte 11 des Magnetankers 10 entgegenwirkend Dämpfungskraft erzeugt, kann die erzielbare Dämpfungskraft eingestellt werden.

An der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2, welche der Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 des Magnetankers 10 gegenüberliegt, kann die Dämpfungsfläche 20, welche den hydraulischen Dämpfungsraum 31 begrenzt, in einem konstanten Abstand 15, d.h. parallel zur Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 und der Stirnseite 8 der Anschlaghülse 7 austretende Kraftstoff tritt in den hydraulischen Dämpfungsraum 31 ein. Der hydraulische Dämpfungsraum 31 hat gemäß dieser Ausführungsvariante einen sich in radiale Richtung erstreckenden konstanten Querschnitt.

In einer weiteren Ausführungsvariante des hydraulischen Dämpfungsraumes 31 kann an der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2 die Dämpfungsfläche 20 in einem Winkel 17 ausgebildet werden. Bei dieser Ausführungsvariante nimmt der Abstand zwischen der Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 des Magnetankers 10 und der Dämpfungsfläche 20 an der zweiten Stirnseite 5 des Magnetkerns 2 in radiale Richtung kontinuierlich zu. Dadurch wird erreicht, dass der aus dem Austrittsspalt 18 in den hydraulischen Dämpfungsraum 31 einströmende Kraftstoff eine der Öffnungsbewegung der Ankerplatte 11 des Magnetankers 10 entgegenwirkende Dämpfungskraft erzeugt, die höher ist, verglichen mit der Dämpfungskraft, die nur durch die Stirnseite 8 der Anschlaghülse 7 (vergleiche Darstellung gemäß Figur 1) erzeugt werden kann. Durch die Wahl des Winkels 17 kann die die Dämpfungskraft erzeugende Fläche vergrößert werden, wodurch auch die der Öffnungsbewegung des Magnetankers 10 bzw. der Ankerplatte 1 entgegenwirkende Dämpfungskraft beträchtlich erhöht werden kann.

Eine weitere Ausführungsvariante eines hydraulischen Dämpfungsraumes 31 besteht darin, an der Dämpfungsfläche 20 an der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2 einen nasenförmigen Vorsprung 32 anzubringen. Dieser nasenförmige Vorsprung 32 an der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2 bewirkt beim Auffahren der Ankerplatte 11 des Magnetkerns 10 in Öffnungsrichtung eine Drosselung des aus dem hydraulischen Dämpfungsraum 31 abströmenden Kraftstoffvolumens, wodurch die auf den Magnetanker 10, d.h. dessen Ankerplatte 11, einwirkende Dämpfungskraft erhöht werden kann, da die Drosselstelle zwischen der Stirnfläche 12 der Ankerplatte 11 und dem nasenförmigen Vorsprung 32 bei der Öffnungsbewegung des Magnetankers 10 immer kleiner wird. Aufgrund der Verkleinerung der Drosselstelle, d.h. des Abstandes zwischen der Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 und dem nasenförmigen Vorsprung 32, vermag das durch den Austrittsspalt 18 in den hydraulischen Dämpfungsraum 31 eintretende Kraftstoffvolumen nur verzögert aus diesem abzufließen, so dass innerhalb des hydraulischen Dämpfungsraumes 31 ein eine Dämpfungswirkung entfaltendes Dämpfungsvolumen verbleibt. Die Abströmöffnung für das aus dem Dämpfungsraum abströmende Kraftstoffvolumen ist durch Bezugszeichen 35 gekennzeichnet.

Die Dämpfungsfläche 20, die aus einem nicht-magnetischen Werkstoff 16 gefertigt wird, kann an der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2 sowohl verklebt als auch an der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2 vergossen werden. Wird die Dämpfungsfläche 20 aus einem nicht-magnetischen Werkstoff 16 wie z.B. Kunststoffmaterial gefertigt, kann durch entsprechende Bearbeitung der Dämpfungsfläche 20 z.B. eine Schleifbearbeitung, der das Dämpfungsverhalten maßgeblich beeinflussende Winkel 17 gezielt eingestellt werden.

Die Dämpfungsfläche 20 an der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2 umfasst einen ersten Ringflächenabschnitt 21, der sich vom Außenradius 28 der Anschlagshülse 7 bis zum Innenradius 25 der Magnetspule 3 innerhalb des Magnetkerns 2 erstreckt. Die Dämpfungsfläche 20 umfasst ferner einen zweiten Ringflächenabschnitt 22, der sich vom Innenradius 25 der Magnetspule 3 bis zu deren Außenradius 26 erstreckt sowie einen dritten Ringflächenabschnitt 23, der sich vom Außenradius 26 der Magnetspule 3 innerhalb des Magnetkerns 2 bis zum Außenumfang 27 des Magnetkerns 2 erstreckt. Innerhalb des dritten Ringflächenabschnittes 23 kann an der Dämpfungsfläche 20, die den ringförmig konfigurierten hydraulischen Dämpfungsraum 31 begrenzt, der bereits erwähnte, eine Drosselwirkung entfaltende nasenförmige Vorsprung 32 ausgebildet werden, die mit der Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 eine Abströmöffnung 35 begrenzt, deren Öffnungsquerschnitt vom Hubweg und der Bewegungsgeschwindigkeit des Magnetankers 10 abhängt.

Innerhalb des Magnetkerns 2 des Magnetventiles 1 gemäß der Darstellung in Figur 2 ist die Magnetspule 3 in einer ringförmig konfigurierten Ausnehmung 24 aufgenommen. Die Ausnehmung 24 definiert an der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2 eine erste Kante 33 und eine zweite Kante 34. In den durch die erste Kante 33 und die zweite Kante 34 begrenzten Ringraum kann die Dämpfungsfläche 20 formschlüssig eingeklebt bzw. eingegossen werden, so dass diese in radiale Richtung fixiert ist. Bei der in Figur 2 dargestellten in einem Winkel 17 in bezug auf die Stirnfläche 12 der Ankerplatte 11 ausgebildeten Dämpfungsfläche 20 wird durch die erste Kante 33 eine Stufe 29 der Dämpfungsfläche 20 in bezug auf die zweite Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2 erreicht. Die Stufe sowie die Fixierung der Dämpfungsfläche 20 an der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2 durch die erste Kante 33 sowie die zweite Kante 34 in radiale Richtung bewirken, dass die Dämpfungsfläche 20 der Magnetkern 2 stationär aufgenommen ist und bei Einschießen des aus dem Austrittsspalt 18 in den hydraulischen Dämpfungsraum 31 eintretenden Kraftstoffvolumen zuverlässig in ihrer Position verbleibt und nicht in radiale Richtung nach außen wandert. Die in bezug auf die zweite Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2

-9-

gemäß der Darstellung in Figur 2 ausgebildete Stufung 29 bzw. 30 der hydraulischen Dämpfungsfläche 20 ist besonders effektiv, wenn die Dämpfungsfläche 20 aus einem an der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkernes 2 vergossenen nicht-magnetischen Werkstoffs 16 wie z.B. Kunststoffmaterial gefertigt wird.

5

Wie in der Darstellung gemäß Figur 2 ebenfalls entnommen werden kann, wird der nasenförmige Vorsprung 32 der Dämpfungsfläche 20 an der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2 bevorzugt über oberhalb der Aussenkante der Ankerplatte 11 des Magnetankers 10 angebracht. Dadurch wird bei der Öffnungsbewegung der Ankerplatte 11 in Richtung auf den nasenförmigen Vorsprung 32 hin eine Drossel gebildet, die sich während der Öffnungsbewegung des Magnetankers 10 bzw. der Ankerplatte 11 kontinuierlich verkleinert, so dass das abströmende Fluid 31 bei öffnenden Magnetanker 10 bzw. Ankerplatte 11 gezwungen ist, dadurch einen sich ständig verkleinernden Querschnitt in radiale Richtung abzuströmen. Aufgrund des im hydraulischen Dämpfungsraumes 31 verbleibenden Kraftstoffvolumens ist die mit Bezugszeichen 19 erzielbare Dämpfungskraft deutlich höher als bei ungehindertem Abströmen des Kraftstoffvolumens aus dem hydraulischen Dämpfungsraum 31 in radiale Richtung. Durch die Ausbildung der den hydraulischen Dämpfungsraum 31 begrenzenden, die Dämpfungskraft 19 erfolgenden Dämpfungsfläche 20 auf einem nicht-magnetischen Werkstoff 16 bleiben die magnetischen Eigenschaften des Magnetventiles 1 unverändert. Die Dämpfungsfläche 20 befindet sich im Restluftspalt 13 zwischen der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkernes 2 und der Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 des Magnetankers 10 (vergleiche Darstellung gemäß Figur 1). Aufgrund der Ausbildung der Dämpfungsfläche 20 aus einem nicht-magnetischen Werkstoff 16 im Restlaufspalt 13 des Magnetventiles 1 kann die die Dämpfungskraft 19 erzeugende Fläche so gestaltet werden, dass sich eine gezielte Verstärkung der Dämpfungskraft 19 einstellt. Wird an der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2 ein nicht-magnetischer Werkstoff 16 wie z.B. Kunststoff vergossen, kann durch einfache Schleifbearbeitung durch Einstellung des Winkels 17 das Prellverhalten des Magnetankers 10 bzw. der Ankerplatte 11 gezielt eingestellt werden.

30

Fig. 3 ist ein Magnetkern mit außenliegender Anschlaghülse zu entnehmen. Der Magnetkern 2 umfasst eine erste, obenliegende Stirnfläche sowie eine zweite unten liegende Stirnfläche 5. In den Magnetkern 2 ist in der Ausnehmung 24 eine Magnetspule 3 aufgenommen. Der Magnetkern 2 gemäß der Darstellung in Fig. 3 ist von einer den Außenumfang 27 des Magnetkernes 2 umschließenden Anschlaghülse 7 umgeben. Die Stirnfläche der Anschlaghülse 7 ist mit Bezugszeichen 8 gekennzeichnet. Der Magnetkern 2, der im Wesentlichen ringförmig ausgebildet ist, umschließt eine Schließfeder 9, von der in der Darstellung gemäß Fig. 3 lediglich eine Windung dargestellt ist. Unterhalb des

35

Magnetkernes 2 befindet sich die Ankerplatte 11 eines Magnetankers. Die Ankerplatte 11 weist eine Stirnseite 12 auf. An der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkernes 2 ist ein nicht-magnetischer Füllwerkstoff 16 aufgenommen, dessen Dämpfungsfläche 20 zusammen mit der Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 den hydraulischen Dämpfungsraum 31 begrenzt.

Der nicht-magnetische Füllwerkstoff 16 erstreckt sich an der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkernes 2 über einen ersten Ringflächenabschnitt 21, einen sich an diesen anschließenden zweiten Ringflächenabschnitt 22 sowie durch einen dritten Ringflächenabschnitt 23. Der nicht-magnetische Füllwerkstoff 16 weist eine erste Stufe 29 sowie eine zweite Stufe 30 auf und kann an die zweite Stirnfläche 5 des Magnetkernes 2 angegossen oder angeklebt sein. Die Stufen 29 bzw. 30 des nicht-magnetischen Füllwerkstoffes 16 bilden eine erste Kante 33 bzw. eine zweite Kante 34, die in die Ausnehmung 24 des Magnetkernes 2 eingreifen und den nicht-magnetischen Füllwerkstoff 16 relativ zum Magnetkern 2 formschlüssig in radiale Richtung sichern.

In der Darstellung gemäß Fig. 3 ist der nicht-magnetische Füllwerkstoff 16 derart an der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkernes 2 angeordnet, dass sich ein Dämpfungseinstellungswinkel 17 ergibt, der umgekehrt zum Dämpfungseinstellungswinkel 17 gemäß der Darstellung in Fig. 2 verläuft. Der hydraulische Dämpfungsraum 31 verengt sich somit in radiale Richtung gesehen in Richtung auf die den Magnetkern 2 in dessen Außenumfang 27 umgebenden Anschlaghülse 7. Der Außenradius der Anschlaghülse 7 gemäß der Darstellung in Fig. 3 ist – bezogen auf die Symmetrielinie – mit Bezugszeichen 28.2 gekennzeichnet. Die Dämpfungskraft 19, die sich auf Grund des Einstromens von Kraftstoff in den sich nach außen verengenden hydraulischen Dämpfungsraum 31 gemäß der Ausführungsvariante in Fig. 3 ergibt, ist durch Bezugszeichen 19 angedeutet. Der Abstand 15 bezeichnet die Spalthöhe, durch den Kraftstoff in den hydraulischen Dämpfungsraum 15 von der Innenseite des hydraulischen Dämpfungsraumes 31 aus einströmt.

Fig. 4 sind Druckverteilungen im hydraulischen Dämpfungsraum gemäß der Ausführungsvarianten in Fig. 2 und 3 gegenübergestellt.

Gemäß der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsvariante eines hydraulischen Dämpfungsraumes 31, der sich in radiale Richtung gesehen nach außen öffnet, stellt sich ein erster Verlauf der Druckverteilung 40 ein, der durch ein in radiale Richtung des hydraulischen Dämpfungsraumes 31 gesehen, weiter innenliegendes erstes Maximum 41 auszeichnet. Das Maximum 41 liegt etwa innerhalb des ersten Ringflächenabschnittes 21 gemäß der Darstellung in Fig. 2. Demgegenüber stellt sich gemäß der Ausführungsvariante

in Fig. 3 ein zweiter Verlauf der Rückverteilung 42 ein, der durch ein zweites Maximum 43 gekennzeichnet ist. Das zweite Maximum 43 der Ausführungsvariante nach Fig. 3 liegt innerhalb des dritten Ringflächenabschnittes 23; demnach dort, wo der hydraulische Dämpfungsraum 31 am stärksten verengt ist.

5

Fig. 5 ist eine Gegenüberstellung der sich gemäß der Ausführungsvarianten in Fig. 2 und 3 einstellenden Dämpfungskraftverläufe entnehmbar. Die Dämpfungskraft 19, die sich im hydraulischen Dämpfungsraum 31 gemäß der Ausführungsvariante in Fig. 2 einstellt, ist durch Bezugszeichen 44 gekennzeichnet. Der sich gemäß Fig. 3 im hydraulischen Dämpfungsraum 31 einstellende Dämpfungskraftverlauf ist durch Bezugszeichen 45 gekennzeichnet. Das Niveau der sich im hydraulischen Dämpfungsraum 31 einstellenden Dämpfungskraft gemäß des ersten Dämpfungskraftverlaufes 44 liegt erheblich unter dem Dämpfungskraftniveau der Dämpfungskraft 19 gemäß des zweiten, mit der Ausführungsvariante gemäß Fig. 3 erzielbaren Dämpfungskraftverlaufes 45. Beiden Dämpfungskraftverläufen 44, 45 ist gemeinsam, dass die Dämpfungskraft mit zunehmendem Hub unter Berücksichtigung des Restluftspaltes stetig abnimmt und beim Maximalhub der Ankerplatte 11 in Richtung auf den Magnetkern 2 ihr Minimum annimmt. Eine Abschätzung der Dämpfungskraftverläufe 44, 45 kann für einfache Geometrien an Hand der Schmierpaltheorie ermittelt werden.

20

$$\eta \frac{\partial^2 u}{\partial y \partial r} \frac{\partial p}{\partial r}, u(y=0) = 0, u(y=h) = 0$$

daraus ergibt sich

25

$$U(y) = \frac{\partial p}{\partial r} \frac{y^2}{2} - \frac{h \cdot y}{2\eta}$$

Aus der obigen Gleichung ergibt sich der Volumenstrom im Quetschspalt durch Integration zu

30

$$\dot{V}(r) = \int_0^h u(y) \cdot dy = - \frac{B \cdot h^3}{12\eta} \frac{\partial p}{\partial r}$$

Die Kontinuitätsgleichung führt auf eine Differentialgleichung für den Druck im Spalt zwischen der Ankerplatte 11 und dem Magnetkern 2 gemäß der nachfolgenden Beziehung:

$$\frac{\partial \dot{V}}{\partial r} = -B \cdot v, p(r_i) = 0, p(r_a) = 0.$$

In dieser Gleichung ist v die Geschwindigkeit des Magnetankers und p die Spaltbreite:

$B = 2\pi \cdot r$. Für einfache Geometrien, wie zum Beispiel einen konischen Spalt gemäß der Fig. 2 und 3 oder eines ebenen Spaltes gemäß der Fig. 6, kann die Differentialgleichung analytisch gelöst werden.

Fig. 6 ist eine Ausführungsvariante eines Magnetkerns zu entnehmen, der ohne Anschlaghülse ausgebildet ist.

Aus der Darstellung gemäß Fig. 6 geht hervor, dass die zweite Stirnfläche 5 des Magnetkernes 2 etwa im Wesentlichen plan ausgebildet ist. In die Ausnehmung 24 des Magnetkernes 2 ist die Magnetspule 3 eingelassen. Die Magnetspule 3 füllt die Ausnehmung 24 im Magnetkern 2 jedoch nicht vollständig aus. In die Öffnungen der Ausnehmung 24 an der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkernes 2 ist ein nicht-magnetischer Füllwerkstoff 16 eingegossen oder eingeklebt, der in Bezug auf die Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 ein plan verlaufende Dämpfungsfläche 20 darstellt. Auch der nicht-magnetische Füllwerkstoff 16 gemäß der in Fig. 6 dargestellten Ausführungsvariante umfasst eine erste Stufe 29 und eine zweite Stufe 30. Aufgrund der Stufung des nicht-magnetischen Füllwerkstoffes 16 ergibt sich eine erste Kante 33 und eine zweite Kante 34, mit der der nicht-magnetische Füllwerkstoff 16 an der Unterseite der Ausnehmung 24 an der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkernes 2 formschlüssig arretiert ist. Der hydraulische Dämpfungsraum 31 weist gemäß dieser Ausführungsvariante einen in radiale Richtung in Bezug auf die eingezeichnete Symmetrielinie konstant nach außen verlaufenden Querschnitt auf.

Im Unterschied zu den in Fig. 2 und 3 dargestellten Ausführungsvarianten eines hydraulischen Dämpfungsraumes 31 zwischen dem Magnetkern 2 und der Ankerplatte 11, verläuft der hydraulische Dämpfungsraum 31 durch die Ringflächenabschnitte 21, 22 und 23 in konstanter Höhe. Der hydraulische Dämpfungsraum 31 ist nur wirksam, wenn sich reine Flüssigkeit im hydraulischen Dämpfungsraum 31 befindet. Befindet sich dort Luft oder ein Luft/Flüssigkeitsgemisch, zum Beispiel Schaum, so ist die erzielbare hydraulische Dämpfung, insbesondere die in Fig. 5 dargestellten ersten und zweiten Dämpfungskraftverläufe 44 bzw. 45, stark beeinträchtigt.

Mit den oben dargestellten Ausführungsvarianten, sei es der Ausbildung einer parallel in einem konstanten Abstand 15 zwischen der zweiten Stirnfläche 5 und der Stirnseite 12 der

-13-

Ankerplatte 1 verlaufenden Dämpfungsfläche 20, sei es eine Dämpfungsfläche 20 mit Winkel 17 oder einer Dämpfungsfläche 20 mit nasenförmigem Vorsprung 32, lässt sich das Mengenkennfeld eines Kraftstoffinjektors erheblich verbessern, insbesondere ein plateaufreies Mengenkennfeld herbeiführen. Weist eine Kennlinie für einen bestimmten Hochdruckniveau innerhalb eines Kennlinienfeldes ein Voreinspritzungs-Plateau auf und wird innerhalb dieses Voreinspritzungsplateau die Ansteuerdauer verändert, so bleibt die eingespritzte Kraftstoffmenge in den Brennraum der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine konstant. Die durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung sich einstellenden Kennlinien für Kraftstoffdrücke innerhalb eines Kennlinienfeldes verlaufen streng monoton steigend, d.h. ohne ein Voreinspritzungs-Plateau. Dies wiederum bedeutet, dass bei höherer Ansteuerdauer immer auch mehr Kraftstoff in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine eingespritzt wird. Dies ist die grundlegende Voraussetzung für eine Null-mengenkalibrierung eines Kraftstoffinjektors. Ein plateaufreies Mengenkennfeld ist besonders hilfreich bei einer Nullmengenkalibrierung des Kraftstoffinjektors im laufenden Fahrzeugbetrieb. Ferner erlaubt die erfindungsgemäß vorgeschlagene Ausbildung eines hydraulischen Dämpfungsraumes 31 zwischen der zweiten Stirnfläche 5 des Magnetkerns 2 und der Stirnseite 12 der Ankerplatte 11 des Magnetankers 10 eine Geräuschreduzierung beim Betrieb eines Kraftstoffinjektors.

Bezugszeichenliste

	1	Magnetventil
	2	Magnetkern
5	3	Magnetspule
	4	erste Stirnfläche
	5	zweite Stirnfläche
	6	Bohrung
	7	Anschlaghülse
10	8	Stirnseite
	9	Schließfeder
	10	Magnetanker
	11	Ankerplatte
	12	Stirnseite Ankerplatte
	13	Restluftspalt
	14	Freiraum
	15	Abstand
	16	nicht-magnetischer Füllstoff
	17	Winkel
20	18	Austrittsspalt
	19	Dämpfungskraft
	20	Dämpfungsfläche
	21	erster Ringflächenabschnitt
	22	zweiter Ringflächenabschnitt
25	23	dritter Ringflächenabschnitt
	24	Ausnehmung Magnetkern
	25	Innenradius Magnetspule
	26	Außenradius Magnetspule
	27	Außenumfang Magnetkern
30	28.1	1. Außenradius Anschlaghülse
	28.2	2. Außenradius Anschlaghülse
	29	erste Stufung
	30	zweite Stufung
	31	hydraulischer Dämpfungsraum
35	32	nasenförmiger Vorsprung
	33	erste Kante
	34	zweite Kante
	35	Austrittsöffnung zwischen 32 und 12

- 40 erster Verlauf Druckverteilung
- 41 erstes Druckmaximum
- 42 zweiter Verlauf Druckverteilung
- 5 43 zweites Druckmaximum
- 44 erster Dämpfungskraftverlauf
- 45 zweiter Dämpfungskraftverlauf


Patentansprüche

1. Magnetventil zur Betätigung eines Kraftstoffinjektors mit einem Magnetkern (2), in
5 welchem eine Magnetspule (3) aufgenommen ist, die eine Schließfeder (9) umgibt, die
 auf einen Magnetanker (10) wirkt und zwischen einer dem Magnetanker (10)
 zuweisenden Stirnseite (8) und dem Magnetanker (10) Austrittsöffnungen (18, 35)
 beim Anschlagen des Magnetankers (10) gebildet werden, dadurch gekennzeichnet,
10 dass ein hydraulischer Dämpfungsraum (31) von einer Stirnseite (12) des
 Magnetankers (10) und von einer Dämpfungsfläche (20) aus nicht-magnetischem
 Werkstoff (16) begrenzt ist.
2. Magnetventil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich der hydraulische
Dämpfungsraum (31) in radialer Richtung erstreckt.
3. Magnetventil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der hydraulische
Dämpfungsraum (31) als Ringraum ausgebildet ist.
4. Magnetventil gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungsfläche
20 (20) aus nicht-magnetischem Werkstoff (16) an der dem Magnetanker (10)
 zuweisenden, zweiten Stirnfläche (5) des Magnetkerns (2) ausgebildet ist.
5. Magnetventil gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungsfläche
25 (20) an der zweiten Stirnseite (5) des Magnetkerns (2) in einem konstanten Abstand
 (15) parallel zur Stirnfläche (12) des Magnetkerns (10) verläuft.
6. Magnetventil gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungsfläche
30 (20) in der zweiten Stirnfläche (5) des Magnetkerns (2) in einem Winkel (17) in bezug
 auf die Stirnfläche (12) des Magnetankers (10) verläuft.
7. Magnetventil gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungsfläche
 (20) an der zweiten Stirnseite (5) des Magnetkerns (2) einen den hydraulischen
 Dämpfungsraum (31) begrenzenden, nasenförmigen Vorsprung (32) aufweist.
- 35 8. Magnetventil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der nicht-magnetische
 Werkstoff (16) ein Kunststoffmaterial ist.

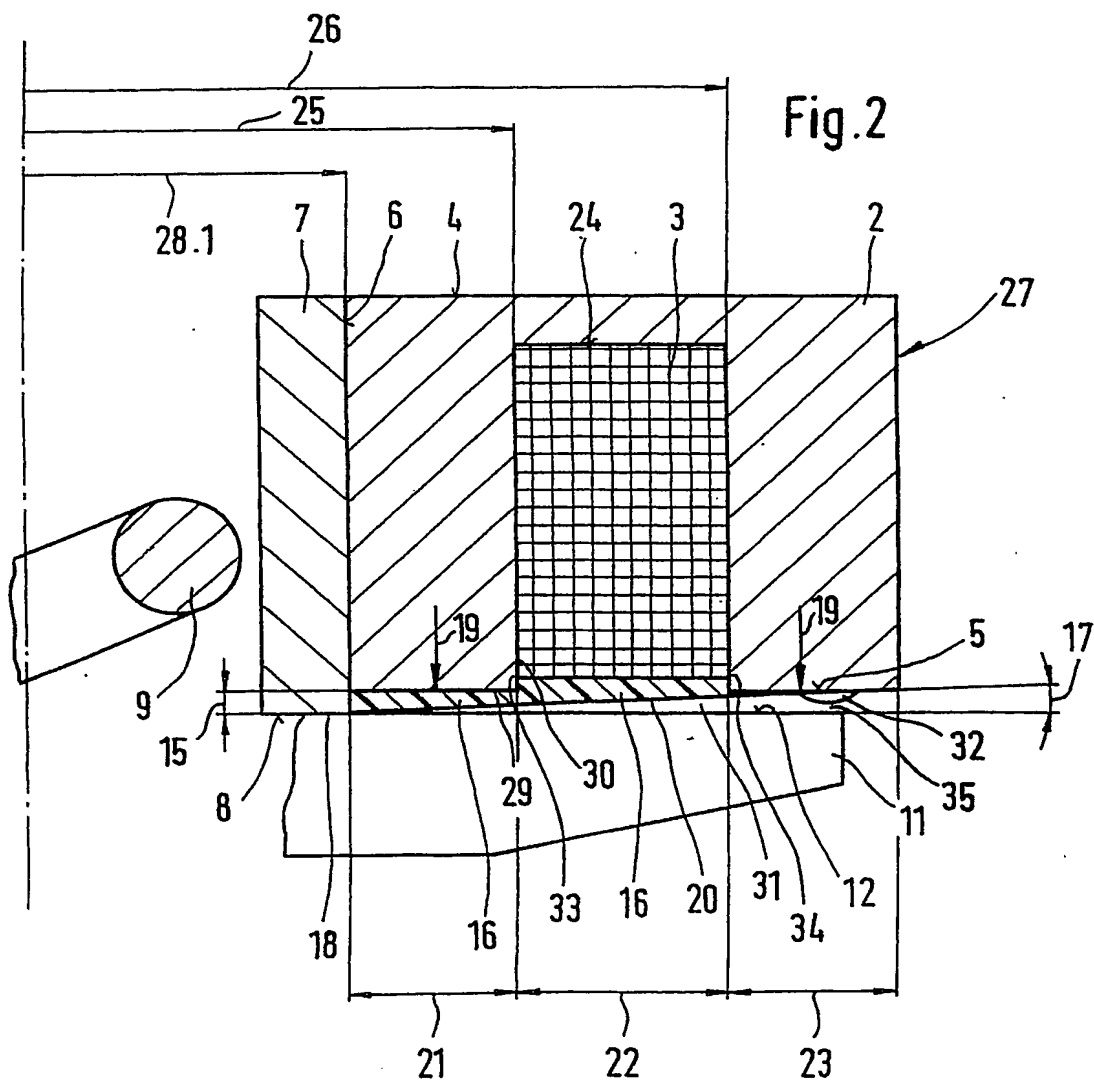
9. Magnetventil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der nicht-magnetische Werkstoff (16) an der zweiten Stirnfläche (5) des Magnetkerns (2) verklebt ist.
- 5 10. Magnetventil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der nicht-magnetische Werkstoff (16) an der zweiten Stirnfläche (5) des Magnetkerns (2) vergossen ist.
11. Magnetventil gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungsfläche (20) in radialer Richtung einen ersten Ringflächenabschnitt (21) aufweist.
- 10 12. Magnetventil gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungsfläche (20) in radiale Richtung einen zweiten Ringflächenabschnitt (22) unterhalb der in den Magnetkern (2) eingelassenen Magnetspule (3) aufweist.
13. Magnetventil gemäß der Ansprüche 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten Ringflächenabschnitt (21) und dem zweiten Ringflächenabschnitt (22) eine Stufung (29, 30) ausgebildet ist.
14. Magnetventil gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der nasenförmige Vorsprung (32) an einem dritten Ringflächenabschnitt (23) der Dämpfungsfläche (20) ausgebildet ist.
- 20 15. Magnetventil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungsfläche (20) an der zweiten Stirnfläche (5) des Magnetkerns (2) innerhalb eines Restluftspaltes (13) des Magnetventils (1) verläuft.
- 25 16. Magnetventil gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungsfläche (20) in der zweiten Stirnfläche (5) des Magnetkerns (2) in Bezug auf die Stirnfläche (12) des Magnetankers um einen Winkel (17) derart geneigt ausgebildet ist, dass der hydraulische Dämpfungsraum (31) in radiale Richtung öffnet.
- 30 17. Magnetventil gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungsfläche (20) an der zweiten Stirnseite (5) des Magnetkernes (2) in Bezug auf die Stirnfläche (12) des Magnetankers (10) in einem Winkel (17) orientiert ist, derart, dass sich der Querschnitt des hydraulischen Dämpfungsraumes (31) in radiale Richtung gesehen, kontinuierlich verengt.
- 35

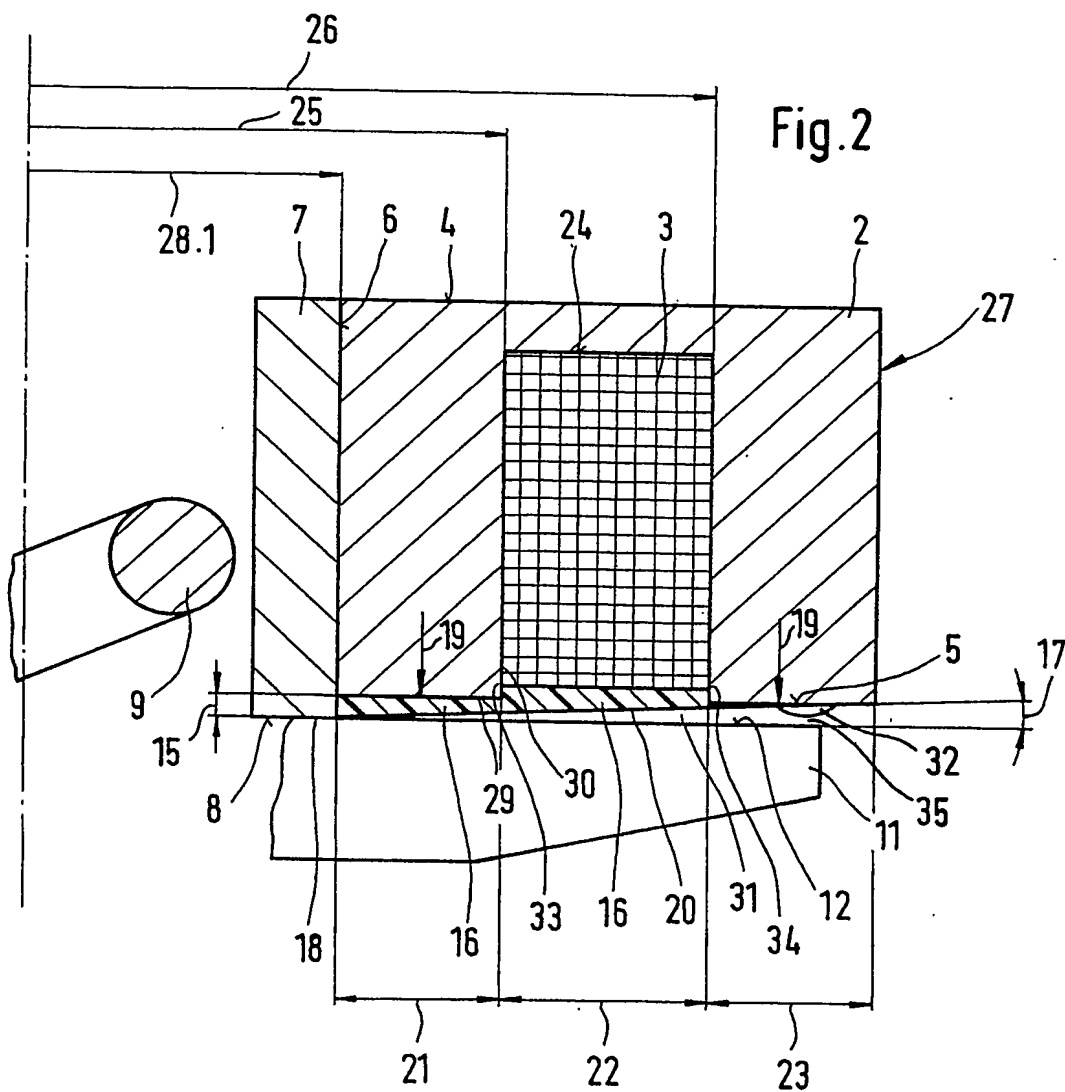
Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Magnetventil zur Betätigung eines Kraftstoffinjektors mit einem Magnetkern (2). In diesem ist eine Magnetspule (3) aufgenommen. Eine Schließfeder (9) wirkt auf den Magnetanker (10) in Schließrichtung. Zwischen einer dem Magnetanker (10) zuweisenden Stirnseite (8) der Anschlagshülse (7) und dem Magnetanker (10) ist ein Austrittsspalt (18) für ein Betätigungsfluid gebildet. Der Austrittsspalt (18) mündet in einen hydraulischen Dämpfungsraum (31), der von einer Stirnseite (12) des Magnetankers (10) und von einer Dämpfungsfläche (20) aus nicht-magnetischen Werkstoff (16) begrenzt wird.



(Figur 2)







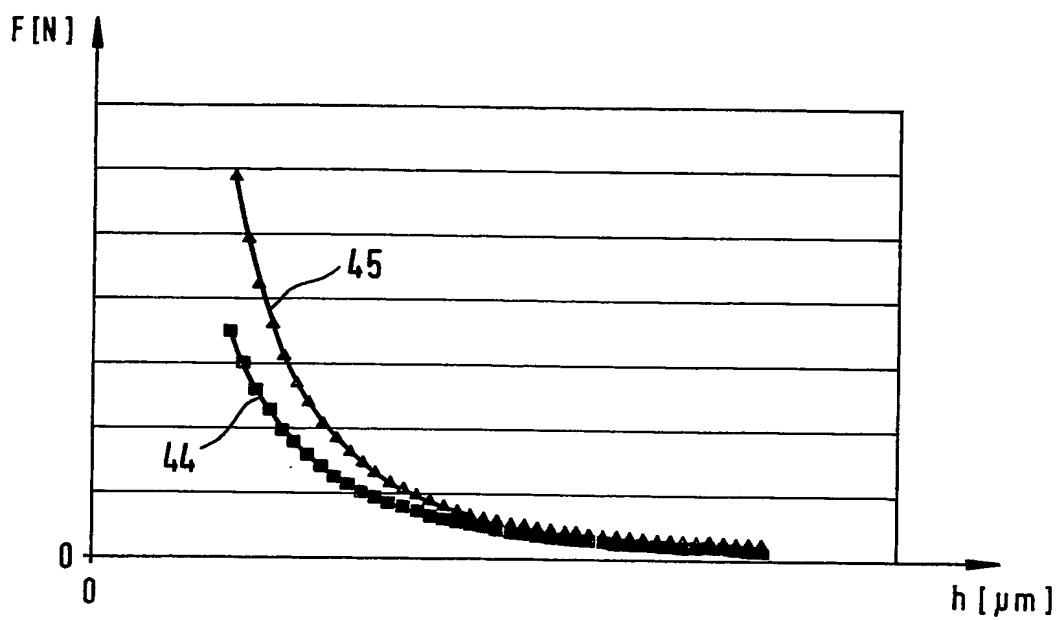


Fig.5

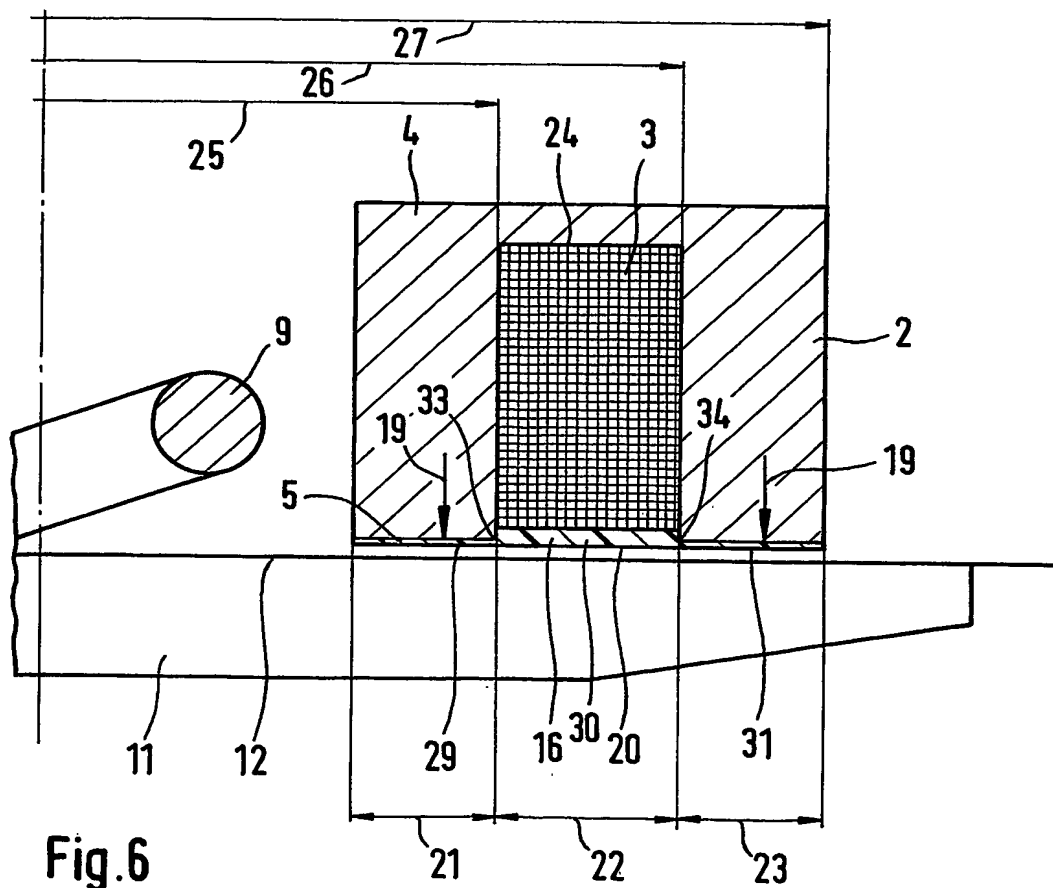


Fig.6